

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-80590

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月11日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光出力モニタ付半導体レーザ

⑯ 特 願 昭61-223705

⑰ 出 願 昭61(1986)9月24日

⑱ 発 明 者 福 田 光 男 神奈川県厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
 社厚木電気通信研究所内  
 ⑱ 発 明 者 野 口 悦 男 神奈川県厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
 社厚木電気通信研究所内  
 ⑱ 発 明 者 中 野 純 一 神奈川県厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
 社厚木電気通信研究所内  
 ⑱ 発 明 者 中 野 好 典 神奈川県厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社  
 社厚木電気通信研究所内  
 ⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 中村 純之助  
 最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光出力モニタ付半導体レーザ

## 2. 特許請求の範囲

1. 半導体レーザと、該半導体レーザの光出力モニタ用半導体受光器とを、同一基板上に形成した光出力モニタ付半導体レーザにおいて、レーザ動作層(活性層)の上または下にあり、上記活性層に隣接しない層のうち、少なくとも一層のバンドギャップエネルギーを、上記活性層のバンドギャップエネルギーと同じか、または小さくした層を受光層とし、該受光層の上または下に設けた、受光層の導電性と異なる導電性を有する層と上記受光層とでpn接合を形成して受光器とすることを特徴とする光出力モニタ付半導体レーザ。

2. 上記受光器は、レーザからのモニタ光を受光器に導波するための反射鏡またはプリズムを、レーザとの間に設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した光出力モニタ付半導体レ

ーザ。

3. 上記受光器は、レーザからのモニタ光を受光器に導波するための反射鏡とプリズムとを、レーザとの間に設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載した光出力モニタ付半導体レーザ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、高安定で経済的な光ファイバ伝送用の光出力モニタ付半導体レーザに関するものである。

(従来の技術)

同一ウエハ上にレーザとレーザ光出力のモニタ用受光器とをモノリシックに形成した例として、第5図に示すような半導体レーザが知られている(エレクトロン・レターズ(Electron Lett.) vol. 16, p. 342 (1980)に記載された伊賀他、"GaInAsP/InP laser with monolithically integrated monitoring detector")。上記モニタ付半導体レーザを製作する場合には、レー

特開昭63-80590(2)

ザのストライプ状注入領域と直角に、ウエハ上面(通常は(100)面)よりほぼ垂直に化学的か物理的にエッチングして、素子分離と同時にレーザ共振器端面の形成をしていた。したがって、レーザ部分1と受光器部分2との素子構造は同一であり、受光器部分2の受光層11はレーザ部分1の発光層(活性層)5に対応している。しかし、上記発光層5は $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ と薄く、発光幅も数 $\mu\text{m}$ であり、通常のレーザでは放出光が光の回折現象により上下左右に数十度の角度で広がっている。それにもかかわらず、放出光を受光する受光層は $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ の厚さであり、第6図に示す埋め込み型レーザでは幅も数 $\mu\text{m}$ しかなく、受光面積が非常に小さいため、レーザ光のモニタ受光器として十分な機能を得ることが困難であった。

一方、レーザ動作に端面を必要としない分布帰還型(DBR)レーザでは、該レーザの発光層をモニタ部分にまで延長し、あるいはレーザ端面をストライプに対して斜めにして、レーザ放出光のモニタ用受光器の結合効率をあげる方法がとられ

ている(村田他「DFPレーザ/PDモノリシック集積素子」昭和60年度電子通信学会総合全国大会予稿集、931、P. 4-55;特開昭59-125658号「モニタ集積型半導体発光素子」)。また、第6図(a)および(b)に示したような埋め込み構造型レーザが用いられている。これらの埋め込み構造型レーザは、第8図(a)に示すレーザのように、n型InP基板7上に、n型InPクラッド層6、InGaAsP活性層5、p型InPクラッド層4、InGaAsPキャップ層15を順次結晶成長させたのち、メサ状にエッチングし、さらにp型InP層12、n型InP層13、n型InGaAsP層14の各層を結晶成長させて製作するか、あるいは第6図(b)に示すように、InP基板7上にp型InP層12を成長させてから溝を形成し、その上にn型InPクラッド層6、InGaAsP活性層5、p型InPクラッド層4、InGaAsPキャップ層15の各層を結晶成長させて製作する。これらの埋め込み層、すなわち(a)における12、13、14の各層および(b)における12、13、15の各層

のいずれかを、受光層として用いる方法があり、高感度な受光器として発明者により提案されている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記従来技術における前者、DBR型レーザによる方法は、素子分離のためのエッチング工程や素子の製造プロセスが複雑になる上に、DBR型のレーザにしか適用できないという欠点があり、後者の埋め込み構造型のレーザによる方法は、埋め込み型レーザだけにしか適用できないという欠点があった。

本発明の目的は、上記モニタ用受光器の受光面積が小さく、検出感度が低いという問題点を解決し、各種の構造を有し、安価で高歩留りな光出力モニタ付半導体レーザを得ることにある。

(問題点を解決するための手段)

上記目的は、活性層の上または下に位置する活性層に隣接しない層のうち、少なくとも一層のバンドギャップエネルギーを、上記活性層のバンドギャップエネルギーと、同じかまたは小さくした層を

受光層とし、該受光層の上または下に設けた受光層の導電性と異なる導電性を有する層と、上記受光層とでpn接合を形成して受光器にすることにより達成される。

(作用)

半導体受光層に光が入射して吸収されるには、上記受光層のバンドギャップエネルギーが光のもつエネルギーより小さいことが必要であるが、半導体レーザから放射される光は、上記半導体レーザの発光層のバンドギャップエネルギーに対応したエネルギーを有しているため、光出力モニタ付半導体レーザの受光層のバンドギャップエネルギーを、活性層のバンドギャップエネルギーと同じか、それよりも小さくすることによって、レーザから受光層に入射したレーザ光は完全に吸収されるまで、レーザ電極と受光器電極との間で反射し、あるいは受光層と該受光層に隣接する層との間の屈折率の差によって、受光層内に効率よく閉じ込められ電子-正孔対を発生する。

一方、上記のように光誘起された電子および正

特開昭63-80590(3)

孔のInGaAsP層中における拡散長は、それぞれ2 $\mu$ mおよび1 $\mu$ m以下であるが、上記受光層は該受光層の上または下の導電性が受光層と異なる層とpn接合を形成しているため、上記のように光誘起された電子および正孔のうち、受光層のpn接合より上記拡散長内で発生した電子はpn接合に到達し、光誘起電流になるため、モニタ用受光器の受光量を増大することができる。

#### (実施例)

つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。第1図は本発明による光出力モニタ付半導体レーザの第1実施例を示す斜視図および断面図で、

(a-i)はpn接合が受光層の上にある場合を示す図、(a-ii)は受光層がpn接合の上にある場合を示す図、(b)は活性層の下に受光層がある場合を示す受光器部分の断面図、第2図は上記第1図(b)に示す半導体レーザに反射鏡を設けた第2実施例の上面図、第3図は上記第1図(a-i)の半導体レーザにプリズムを設けた第3実施例を示す上面図、第4図は上記第1図(a

i)の半導体レーザに反射鏡とプリズムを設けた第4実施例を示す上面図である。第1図(a-i)に示す実施例は、活性層の上に受光層を設け、pn接合が上記受光層の上にある場合を、InGaAsP/InPブレーナ型レーザについて示した斜視図である。図における1および2はそれぞれレーザおよび受光器を示している。n型InP基板21上にn型InPクラッド層22、InGaAsP活性層23、p型InPクラッド層24、p型InGaAsPキャップ層25、n型InGaAsP層26を液相成長法を用いて順次連続的に結晶成長させ、上記n型InGaAsP層26の一部を選択的にエッチングしたのち、例えば、リアクティブエッチング等により、上記n型InPクラッド層22に通する分離溝27を形成し、+レーザ電極28、+受光器電極28'、-受光器電極29、-レーザ電極30をそれぞれ蒸着により形成している。受光器2側においては、InGaAsP層23'に隣接せず、かつバンドギャップエネルギーが上記InGaAsP層23'と同等以下であるp型InGaAsP層25'

を受光層とし、該受光層上の異なる導電性を有するn型InGaAsP層25'との間にpn接合31を形成している。図における→はpn接合であることを示したものである。

ここで、レーザ1のp(+)側電極28とn(-)側電極30との間に電圧を印加し、活性層23に電流を注入すると、上下左右に20°~40°程度の角度でレーザ光がレーザ端面の発光部32から放射される。上記レーザ光はもう一方の受光器2側の面からも放射されるため、本実施例の素子配置ではレーザ光が受光器2のpn接合部31に入射する。ここで上記レーザ光は上下左右に20°~40°程度の範囲で拡がるため、InGaAsP受光層25'へ入射する。上記受光層25'へ入射したレーザ光は完全に吸収されるまで、-受光器電極29および+受光器電極28'の間で反射し、あるいは上記受光層に隣接する層との間の屈折率差により、効率よく上記受光層25'中に閉じ込められ電子-正孔対が発生する。上記受光層のInGaAsP層中で誘起された電子および正孔の拡散長はそれぞれ2 $\mu$ mお

よび1 $\mu$ m以下であるから、受光層25'においてpn接合から上記拡散長内で発生した電子は、pn接合に到達して光誘起電流になる。このようにして、本発明によればモニタ用受光器2の受光量を増大させることができる。ここで、InGaAsP層26'もその組成を調節することにより受光層とすることができる。

第1図(a-ii)に示す半導体レーザは、活性層23上に受光層26'を設け、上記受光層26'がpn接合31の上にある場合を説明する斜視図であるが、受光層26'の導電性が異なるけれども、動作原理は上記第1図(a-i)に示した場合と同じである。

第1図(b)は活性層23の下に受光層25'を設けた場合を説明する受光器2部分の断面図で、レーザとしてはInGaAsP/InPブレーナ型レーザである。各層の順序および受光器の配置が異なるが、動作は上記(a-i)および(a-ii)に示す実施例と同じである。ここで受光器の電極28'はp型InP層24'またはn型InP層22

特開昭63-80590(4)

のいずれかから取出すことができる。

上記説明はn型基板を用いた場合の例であるが、p型基板を用いても本発明が適用できること、受光層はp型でもn型でも本発明が有効であることはいうまでもない。

第2図は第1図(b)に示した半導体レーザの受光器2に反射鏡を設けた本発明の第2実施例で、レーザ1と受光器2とを分離する分離溝27をエッチングするとき同時に反射鏡34を形成する。また第3図に示すような受光器形状と電極配置にすれば、プリズム36を形成することができ本発明の第3実施例となり、第4図に示すような受光器形状と電極配置により、反射鏡34およびプリズム36を備えた第4実施例を形成することができる。上記反射面34あるいはプリズムの入射面36に入射した光は、反射光35あるいは屈折光37として、それぞれ配置が異なる受光器電極28'により検出される。レーザ1からの放射光は上下左右に拡がるが、最も光強度が大きいのは活性層23のストライプ状発光領域外縁上にある。しかし、受光層25'および

26'、26''は必ずしも上記外縁上にあるとは限らない。したがって、反射鏡の反射面34およびプリズムの入射面36を設けてレーザ光の光路を曲げることにより、受光層の受光量をより一層増加させることができる。さらに上記反射面34および入射面36を設けて、レーザ光の当該面への入射角度を調整することにより、受光器2からレーザ1の発光部32への戻り光を除去することが可能であり、本発明によれば戻り光による雑音がない光出力モニタ付半導体レーザを得ることが可能である。

上記実施例では反射鏡およびプリズムを受光器に組み込んだ形に記載したが、上記反射鏡あるいはプリズムを分離溝27の中に独立して形成しても同様の効果が得られる。

上記記載はInGaAsP/InP系のプレーナ型レーザを例に説明したが、本発明は他の材料からなるレーザおよび埋め込み型レーザなどの他の構造の素子についても、当然有効であり、光ファイバ伝送用以外の光源にも適用可能である。

#### (発明の効果)

上記のように本発明による光出力モニタ付半導体レーザは、半導体レーザと、該半導体レーザの光出力モニタ用半導体受光器とを、同一基板上に形成した光出力モニタ付半導体レーザにおいて、レーザ動作層(活性層)の上または下にあり、上記活性層に隣接しない層のうち、少なくとも一層のバンドギャップエネルギーを、上記活性層のバンドギャップエネルギーと同じか、または小さくした層を受光層とし、該受光層の上または下に設けた、受光層の導電性と異なる導電性を有する層と上記受光層とでpn接合を形成して受光器としたことにより、レーザからのモニタ光を効率よく受光でき、しかも、反射雑音がない光出力モニタ付半導体レーザを得ることができるから、光ファイバ伝送用モノリシック光源として利用することが可能である。さらに、レーザ用ウエハから構造が単純な受光器を作製することができ、素子製作、プロセスも簡便であるから、歩留りがよく、経済的な素子を得ることが可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による光出力モニタ付半導体レーザの第1実施例を示す斜視図および断面図で、(a-1)はpn接合が受光層の上にある場合を示す図、(a-11)は受光層がpn接合の上にある場合を示す図、(b)は活性層の下に受光層がある場合を示す受光器部分の断面図、第2図は上記第1図(b)に示す半導体レーザに反射鏡を設けた第2実施例の上面図、第3図は上記第1図(a-1)の半導体レーザにプリズムを設けた第3実施例を示す上面図、第4図は上記第1図(a-1)の半導体レーザに反射鏡とプリズムとを設けた第4実施例を示す上面図、第5図は従来のモニタ付半導体レーザの概要を示す斜視図、第6図(a)および(b)はそれぞれ埋め込み型半導体レーザの例を示す断面図である。

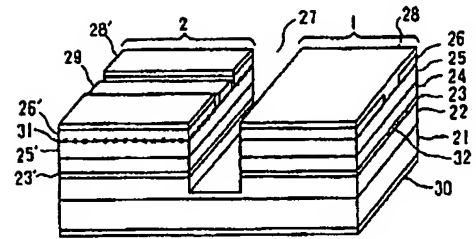
- |                  |          |
|------------------|----------|
| 1…半導体レーザ         | 2…半導体受光器 |
| 21…基板            | 23…活性層   |
| 25'、26'、26''…受光層 |          |
| 31…pn接合          | 34…反射鏡   |

特開昭63-80590(5)

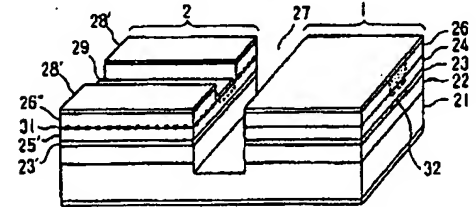
36...プリズム

特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人弁理士 中村 純之助

図 1  
(a-i)



(a-ii)



1:半導体レーザ 2:半導体受光器 21:基板 23:活性層  
25', 26', 26'':発光層 31:p-n接合 34:反射鏡  
36:プリズム

図 1  
(b)

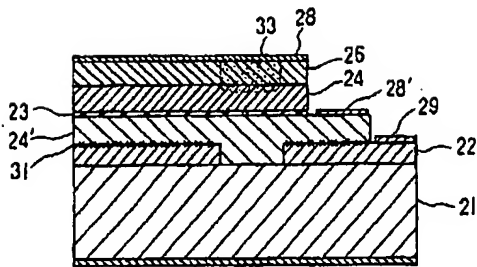


図 2

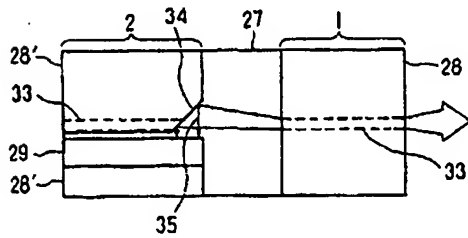


図 3

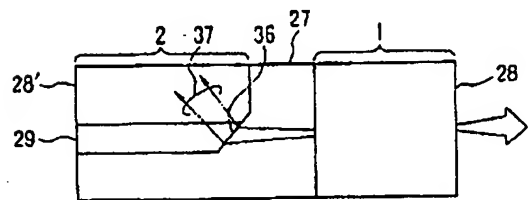


図 4

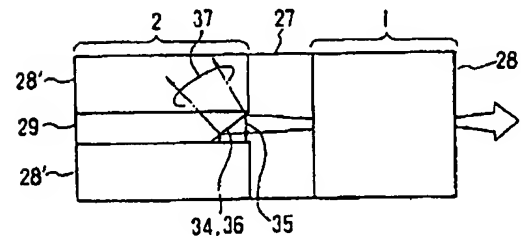


図 5

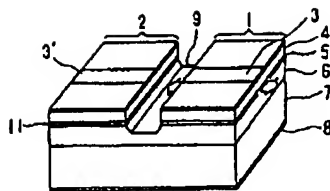
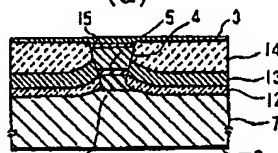
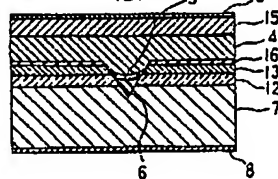


図 6  
(a)



(b)



第 1 頁の続き

⑬発 明 者 植 木

峰 雄

神奈川県厚木市森の里若宮 3 番 1 号 日本電信電話株式会  
社厚木電気通信研究所内

⑭発 明 者 都 築

信 頼

神奈川県厚木市森の里若宮 3 番 1 号 日本電信電話株式会  
社厚木電気通信研究所内